

Analisis Sedimentasi Sebelum dan Sesudah Pembangunan NPCT 1 Berdasarkan Model 3D Topografi Dasar Laut Dari Data *Multibeam Echosounder*

MUHAMMAD DIKI ASYIARI¹, NI MADE RAI RATHI CAHYA PERBANI²

1. Institut Teknologi Nasional Bandung
2. Institut Teknologi Nasional Bandung
Email dikiadik99@gmail.com

ABSTRAK

Untuk mengembangkan Pelabuhan Tanjung Priok dibangun New Priok Container Terminal One (NPCT 1) di daratan baru melalui proses reklamasi. Proses sedimentasi dapat terjadi melalui interaksi dinamika laut dan lingkungan di sekitar reklamasi yang dapat menimbulkan bahaya pendangkalan. Pemantauan pola penumpukan sedimen perlu dilakukan untuk menjamin keselamatan kapal-kapal yang akan berlabuh di NPCT 1. Penelitian ini ditujukan untuk menganalisis pola penumpukan sedimen di dinding terminal, reklamasi, dan *breakwater* menggunakan model topografi dasar laut 3D dari pengukuran MBES pada tahun 2022. Sebagai analisis pendukung juga digunakan model topografi dasar laut 3D dari data batimetri historis Gebco, perubahan garis pantai dari citra historis Google Earth Pro, dan perubahan pola arus bulanan dari Aviso sebelum dan sesudah pembangunan NPCT 1. Dari penelitian ini ditemukan bahwa penumpukan sedimen di dinding terminal, reklamasi dan *breakwater* pada tahun 2022 terjadi dalam arah utara-selatan sejalan dengan pola arus di mana kekuatan arus maksimum sekitar 0,4 m/detik. Dari data batimetri historis diperoleh informasi mengenai keberadaan kolam di sekitar lokasi reklamasi dan NPCT 1. Penumpukan sedimen dalam arah horizontal tidak terlihat adanya perubahan signifikan.

Kata kunci: pola penumpukan sedimen, model topografi dasar laut 3D, NPCT 1

ABSTRACT

To develop Tanjung Priok Port, New Priok Container Terminal One (NPCT 1) was built on new land through a reclamation process. The sedimentation process could occur through the interaction of ocean dynamics and the environment around the reclamation which could cause shallow hazards. Monitoring of sediment deposits patterns was notable to ensure the safety of ships that will dock at NPCT 1. This research was pointed to analyze sediment deposit patterns on the wall of terminal, reclamation, and breakwater using a 3D seabed topography model from MBES measurements in 2022. As supporting analysis, 3D seabed topography models from Gebco historical bathymetry data, shoreline changes from historical Google Earth Pro imagery, and changes in monthly current patterns from Aviso before and after the construction of NPCT 1 were also used. From this research, it was found that sediment deposits on the wall of terminal, reclamation, and breakwater in 2022 took place in a north-south direction in line with current patterns where the maximum current strength was about 0.4 m/sec. From the historical

bathymetry data information was obtained on the presence of basins around the reclamation site and NPCT 1. Sediment deposits in the horizontal direction did not show any significant changes.

Keywords: *sediment deposits patterns, 3D seabed topography model, NPCT 1*

1. PENDAHULUAN

Pembangunan Terminal Kalibaru merupakan proyek pembangunan pelabuhan terbesar di Indonesia segala upaya demi mewujudkan tujuan proyek ini, yaitu untuk meningkatkan kapasitas dan produktivitas jaringan logistik yang lebih optimal. Peletakan batu pertama pembangunan Terminal Kalibaru dilakukan oleh Presiden Ke-6 Republik Indonesia Susilo Bambang Yudhoyono pada tanggal 22 Maret 2013. Terminal-terminal tersebut mulai beroperasi pada tahun 2016. Pelabuhan Tanjung Priok di Jakarta Utara yang menangani lebih dari setengah dari total volume Indonesia telah menjadi berlebihan selama bertahun-tahun. Pengembangan New Priok akan membawa fasilitas pelabuhan Jakarta ke tingkat yang sama dengan pelabuhan-pelabuhan kelas dunia lainnya dan memberikan peluang konektivitas jaringan baru untuk jalur pengiriman (Padliansyah dkk. 2019). Untuk mengembangkan pelabuhan Tanjung Priok ini maka dibangun New Priok Container Terminal One (NPCT 1) di Pelabuhan Kalibaru di daratan baru yang sengaja dibuat (reklamasi pulau) di Jakarta. Reklamasi merupakan suatu proses pembuatan daratan baru dengan menimbun tanah pada wilayah perairan sebagai salah satu alternatif pengembangan daerah pesisir Saraswati (2018). Namun, pelaksanaan reklamasi juga dapat mempengaruhi kondisi keseimbangan pantai. Salah satunya fenomena hasil interaksi dinamika laut dan lingkungan sekitar akibat kegiatan reklamasi, yaitu terjadinya proses sedimentasi.

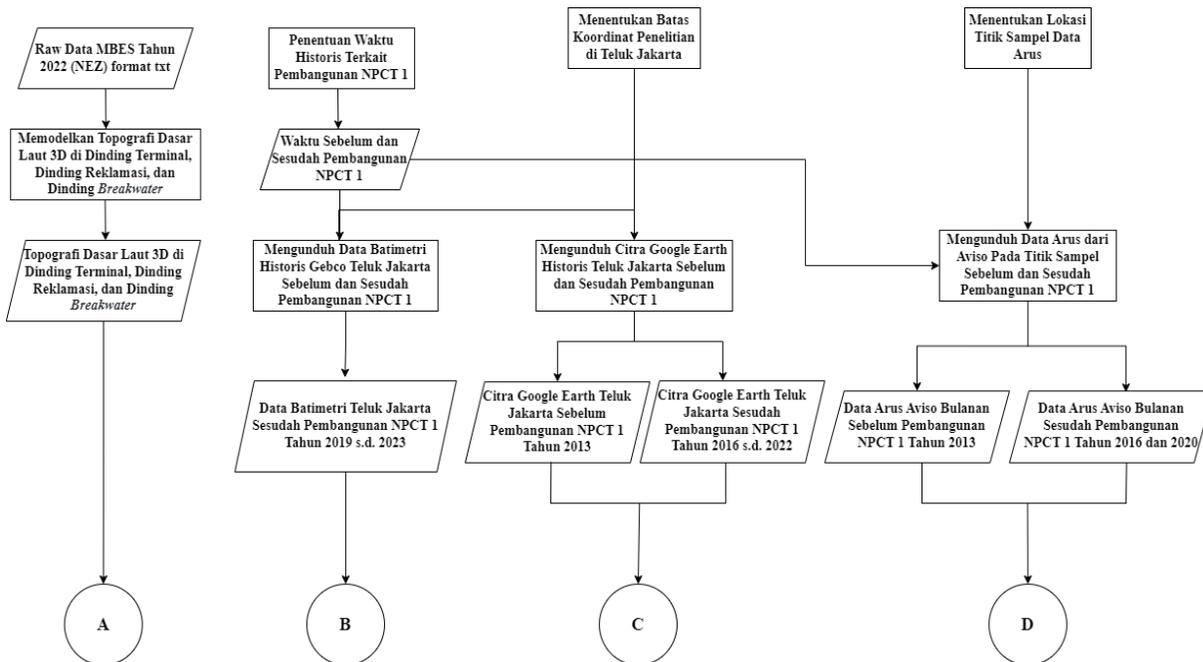
Menurut Nugraha (2012) survei batimetri merupakan survei untuk melakukan pengukuran kedalaman yang ditujukan untuk memperoleh gambaran (model) bentuk permukaan (konfigurasi) dasar perairan (seabed surface) sehingga hasil pengukuran survei batimetri ini dapat digunakan untuk pemodelan sedimen, data yang digunakan untuk membangun model 3D topografi dasar laut di antaranya data batimetri dari waktu ke waktu dari GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans) yang merupakan sebuah organisasi internasional yang bertujuan untuk menyediakan peta dasar laut global yang akurat dan terkini, data ini mencakup informasi tentang topografi dasar laut, termasuk kedalaman, kontur, dan fitur-fitur lainnya (Intergovernmental Oceanographic Commission & International Hydrographic Organization, 2003) dari data primer yang merupakan hasil dari survei batimetri menggunakan multibeam echosounder (MBES). Hasil dari pemodelan 3D topografi dasar laut ini berada di sekitar dinding dermaga NPCT 1 dan dinding breakwater, endapan sedimen dapat menyebabkan pendangkalan dasar laut pada area dinding Terminal NPCT 1 dan mengganggu kegiatan loading-unloading pelabuhan tersebut serta pendangkalan dasar laut dapat mengakibatkan kapal yang berlabuh kandas jika tidak dilakukan pemeliharaan pengerukan. Pemodelan 3D topografi dasar laut dapat digunakan untuk menganalisis pola penumpukan sedimen yang terjadi.

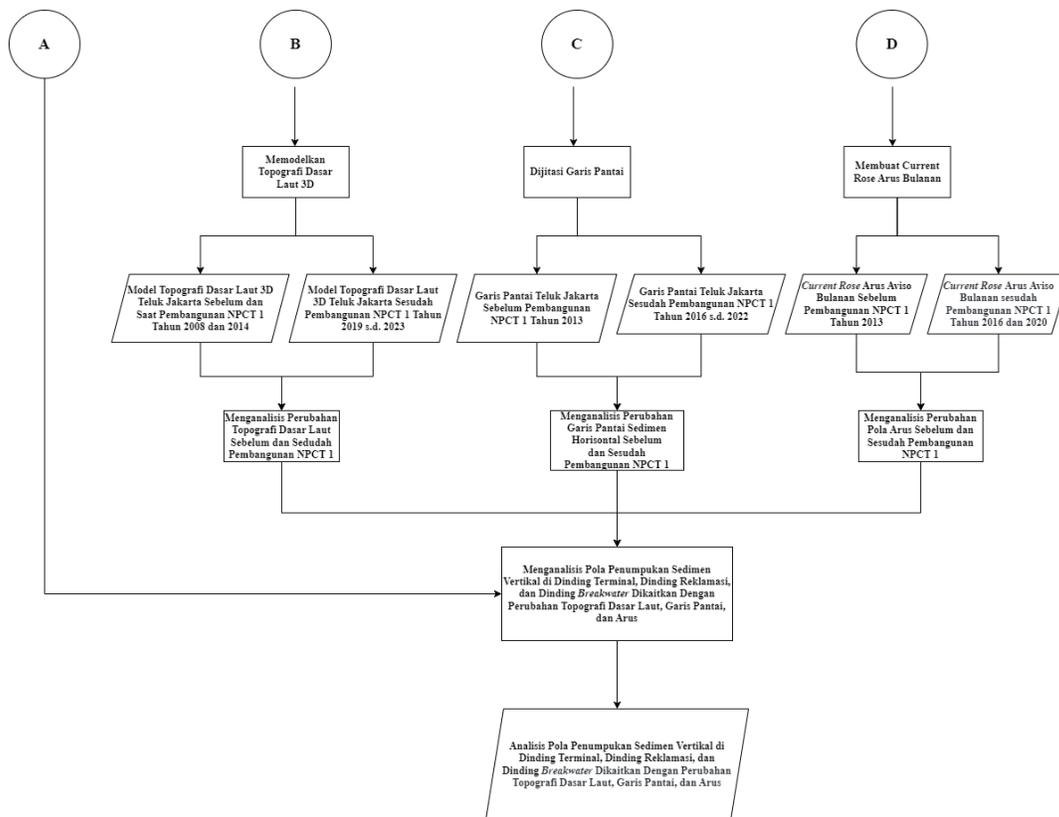
Pada penelitian ini untuk mendukung analisis pola penumpukan sedimen maka digunakan juga data citra historis Google Earth untuk mengetahui perubahan horizontal sebelum dan sesudah pembangunan NPCT 1, yaitu berupa data garis pantai *time series* (Roziqin & Gustin, 2017). Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut di mana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan dinamika pasang surut air laut baik pasang tertinggi dan surut terendah serta erosi pantai yang terjadi.

Data topografi memperlihatkan gambaran bentuk permukaan dasar laut sebagai informasi endapan dari sedimen tersebut. Sebaran dan endapan sedimen di suatu perairan laut dekat pantai dipengaruhi oleh pasang surut, arus, dan gelombang. Gelombang yang merambat menuju pantai dengan sudut tertentu terhadap garis pantai, setelah pecah dapat menimbulkan arus sepanjang pantai (*longshore current*). Data arus laut diperoleh dari satelit altimetri, data ini merupakan data bulanan pada satu lokasi, satelit altimetri ini mengukur ketinggian permukaan laut. Satelit altimetri mulai digunakan sejak 1973 dengan diluncurkannya Skylab S-193 Hingga saat ini telah ada beberapa satelit altimetri yang memindai Bumi, seperti: Topex/Poseidon, Jason, Geosat, Sentinel, Envisat, dan CryoSat. Data-data altimetri dari satelit ini dapat diperoleh dengan mengakses *website* penyedia satelit tersebut (Safi'i dkk. 2019). Satelit altimetri merupakan salah satu teknologi penginderaan jauh yang digunakan untuk mengamati dinamika topografi permukaan laut yang tereferensi terhadap suatu bidang tertentu (Tamba & Sasmito, 2016).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



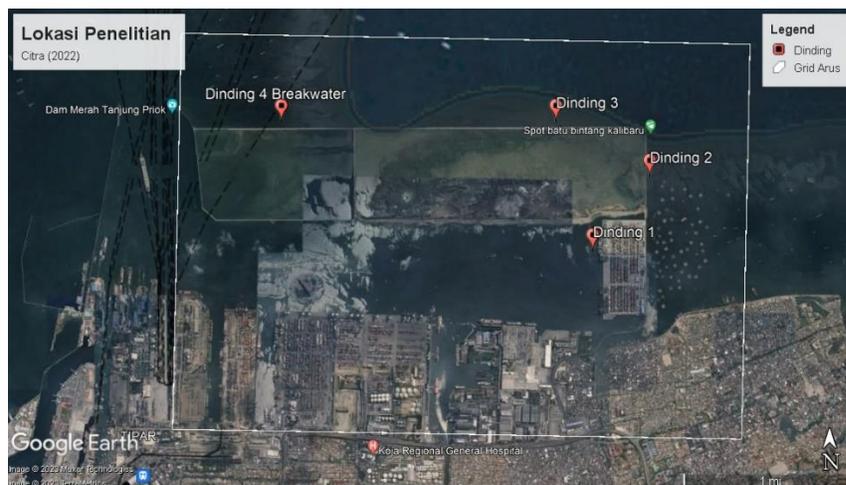


Gambar 1. Metodologi Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian yang dilakukan, yaitu:

a. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di New Priok Container Terminal One (NPCT 1) dapat di lihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

b. Data

Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data yang digunakan pada Penelitian

No	Data	Keterangan	Sumber
1	Data Batimetri File .(txt)	Format NEZ	CV Pondok Surveyor (2022)
2	Data Batimetri File NC	Data yang digunakan tahun 2008, 2014, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023	Gebco
3	Citra Google Earth Pro (2022)	Citra historis tahun 2013-2022 sebelum dan sesudah pembangunan (NPCT 1), digitasi perubahan garis pantai tahun 2013,2016 dan 2022 (Roziqin & Gustin, 2017)	Google Earth Pro (2022)
4	Data Arus	Data arus bulanan pada satu lokasi <i>time series</i> tahun 2013,2016 dan 2020. Koordinat 106,875° BT -6,125° LU	Aviso Altimetri

c. Peralatan yang digunakan dalam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data yang digunakan pada Penelitian

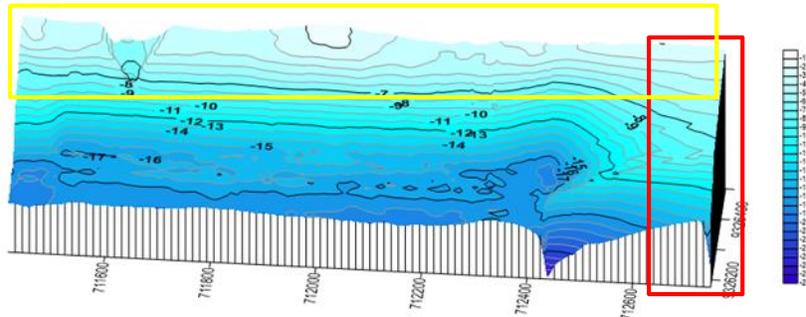
No	Alat	Keterangan
1	Global Mapper 18	Digunakan untuk membuat grid pada data batimetri.
2	Surfer 14	Digunakan untuk membuat visualisasi model 3D sekitar dinding (NPCT 1), <i>breakwater</i> dan area reklamasi.
3	Ocean Data View (ODV)	Digunakan untuk membuat <i>current rose</i> .
4	Google Earth Pro 2022	Digunakan untuk melihat historis sebelum pembangunan dan sesudah pembangunan (NPCT 1) dan digitasi garis pantai.

Metodologi penelitian ini terdiri dari tiga jenis data, yaitu data batimetri dari pengukuran MBES didapat dari CV Pondok Surveyor, data batimetri historis Tahun 2008, 2014, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023 kemudian untuk analisis horizontal dari citra historis didapat dari Google Earth Pro 2022, untuk mengetahui perubahan sebelum pembangunan dan sesudah pembangunan NPCT 1 sehingga dapat diketahui perubahannya, data garis pantai untuk mengetahui perubahan garis pantai, kemudian data arus untuk mengetahui perubahan pola arus, dari beberapa data tersebut bisa dianalisis pola penumpukan sedimen yang terjadi.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 POLA PENUMPUKAN SEDIMEN DI DINDING TERMINAL, BATAS DASAR REKLAMASI DAN DINDING *BREAKWATER*

Untuk menganalisis pola penumpukan sedimen di dinding terminal, dinding reklamasi, dan dinding *breakwater* digunakan model topografi dasar laut 3D dari pengukuran MBES pada tahun 2022. Model topografi dasar laut 3D di dinding barat terminal dan dinding selatan area reklamasi dapat dilihat pada Gambar 3. dan visualisasi area titik perumnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Model Topografi Dasar Laut 3D Dinding Barat Terminal NPCT 1 dan Dinding Selatan Area Reklamasi

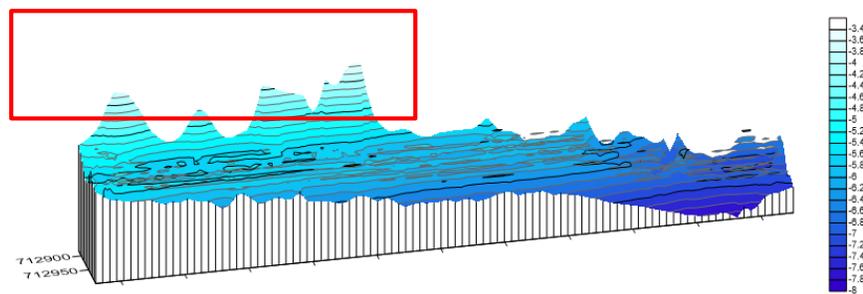


Gambar 4. Visualisasi Area Titik Perum Dinding Barat Terminal NPCT 1 dan Dinding Selatan Area Reklamasi

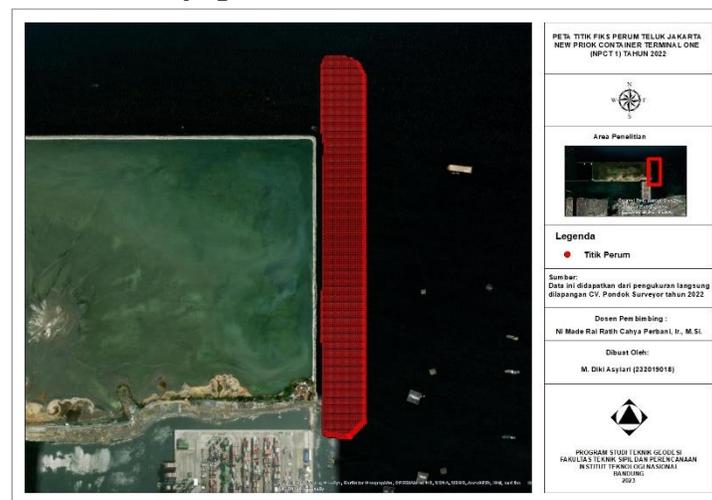
Model 3D dinding terminal NPCT 1 divisualisasikan dari arah selatan ke utara. Berdasarkan model topografi dasar laut 3D pada Gambar 3. dan 4. pola penumpukan sedimen di dinding barat terminal NPCT 1 dan dinding selatan area reklamasi memperlihatkan sedimen dengan kedalaman kurang dari 12 meter menumpuk dalam arah utara-selatan ke arah dinding reklamasi. Sementara untuk di dinding terminal penumpukan sedimen tidak terjadi ke arah dinding terminal, tapi tetap di arah utara-selatan. Pada area yang diberi tanda kotak berwarna merah kanan merupakan dinding terminal NPCT 1 kemudian terlihat ada area curam yang diberi tanda panah warna merah pada kedalaman 17 meter dan 26 meter, pada area dinding visualisasi sedimen nya lebih terlihat seperti menumpuk, karena adanya penumpukan atau karena berada pada area dinding terminal

NPCT 1, pada area yang diberi tanda kotak berwarna kuning area itu merupakan area yang mendekati dengan area selatan dinding reklamasi, sehingga terlihat kedalaman laut pada area ini cenderung dangkal. Keberadaan area ini adalah laut dalam dan terhalang oleh reklamasi dan *breakwater*.

Topografi dasar laut pada tahun 2022 dari data Gebco memperlihatkan kedalaman maksimum 17 meter, sedangkan pada data primer kedalaman maksimum mencapai 27 meter pada area NPCT 1, kemudian keadaan garis pantai pada tahun 2022 memperlihatkan perubahan garis pantai yang membuat daratan menjadi bertambah dikarenakan adanya pembangunan infrastruktur dan pemukiman, dari data arus kecepatan arus tertinggi tahun 2020 berada pada kecepatan 0,37 m/detik dan kecepatan terendah 0,01 m/ detik berdasarkan keadaan topografi dari waktu ke waktu dan data primer pada tahun 2022 tingkat sedimentasi tidak begitu signifikan, melainkan adanya pengerukan pada area dinding terminal, sedimentasi pada area NPCT 1 ini terpelihara agar kapal yang melakukan bongkar muat tidak kandas.



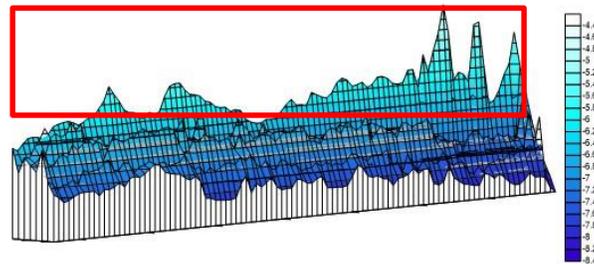
Gambar 5. Model Topografi Batas Dasar Laut 3D Area Timur Reklamasi



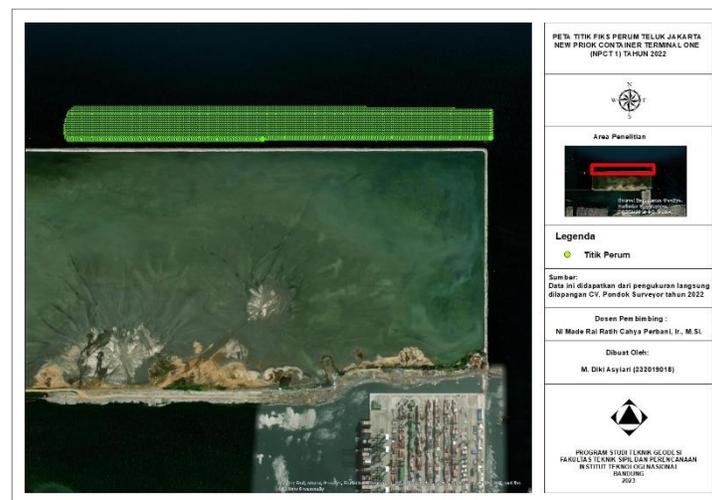
Gambar 6. Visualisasi Area Titik Perum Batas Timur Reklamasi

Model topografi dasar laut 3D dinding timur area reklamasi dapat dilihat pada Gambar 5. divisualisasikan dari arah timur ke barat. Gambaran area titik perum dapat dilihat pada Gambar 6. dari visualisasi ini dapat dilihat bahwa pola penumpukan sedimen pada dinding timur reklamasi dengan kedalaman kurang dari enam meter menumpuk condong ke arah selatan seperti pada

area yang ditandai dengan kotak berwarna merah. Pada area utara tidak ada penumpukan pada dinding reklamasi melainkan terlihat lebih curam dengan kedalaman mencapai 7,8 meter.

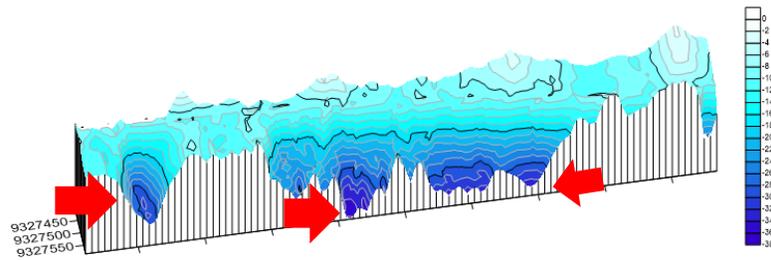


Gambar 7. Model Topografi Batas Dasar Laut 3D Area Utara Reklamasi



Gambar 8. Visualisasi Area Titik Perum Batas Utara Reklamasi

Model topografi dasar laut 3D dinding utara reklamasi divisualisasikan dari arah utara ke selatan dapat dilihat pada Gambar 7. dan gambaran area titik perum dapat dilihat pada Gambar 8. Dari Gambar 7. dapat dilihat bahwa penumpukan sedimen pada area dinding reklamasi yang diberi kotak warna merah. Pola penumpukan sedimen pada dinding utara reklamasi dengan kedalaman kurang dari enam meter menumpuk condong ke arah barat penumpukan ini dimungkinkan dari terjadinya arus laut lepas dari utara ke selatan sehingga sedimen yang terbawa menumpuk pada dinding utara reklamasi.



Gambar 9. Model Topografi Dasar Laut 3D Breakwater



Gambar 10. Visualisasi Area Titik Perum Breakwater

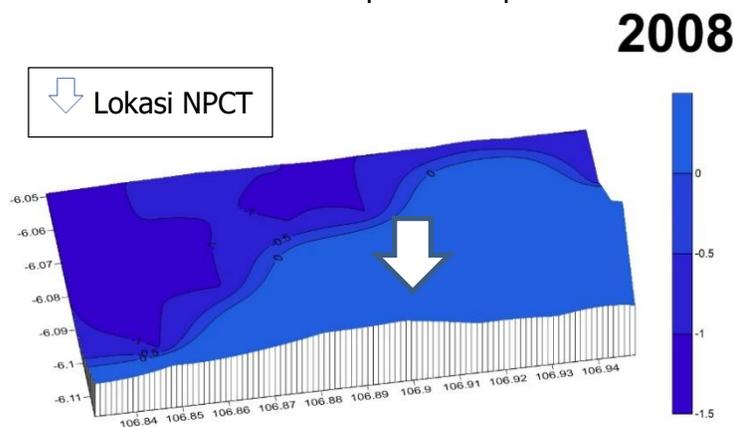
Model topografi dasar laut 3D dinding *breakwater* divisualisasikan dari arah utara ke selatan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 9. sedangkan lokasi titik perum dapat dilihat pada Gambar 10. Berdasarkan Gambar 9. dapat dilihat bahwa penumpukan sedimen terjadi pada area dinding *breakwater* karena arah arus dari laut lepas tanpa terhalang oleh apapun. Kemudian ada beberapa titik yang terlihat curam seperti pada Gambar 9. yang ditandai dengan anak panah berwarna merah.

Area-area pada bagian dinding terminal, dinding reklamasi, *breakwater* yang berhubungan langsung dengan laut lepas seperti dapat dilihat pada Gambar 5., 7., dan 9. memungkinkan proses sedimentasi tidak terhalang oleh apapun. Arus merupakan salah satu faktor pengadukan sedimen dalam perairan, semakin lama pasang yang terjadi maka akan semakin besar arus yang terbentuk dan berbanding lurus dengan transpor sedimen, material sedimen oleh arus menuju darat yang berpengaruh terhadap laju sedimentasi (Prayogi dkk., 2016).

3.2 PERUBAHAN TOPOGRAFI DASAR LAUT SEBELUM DAN SESUDAH PEMBANGUNAN NPCT 1

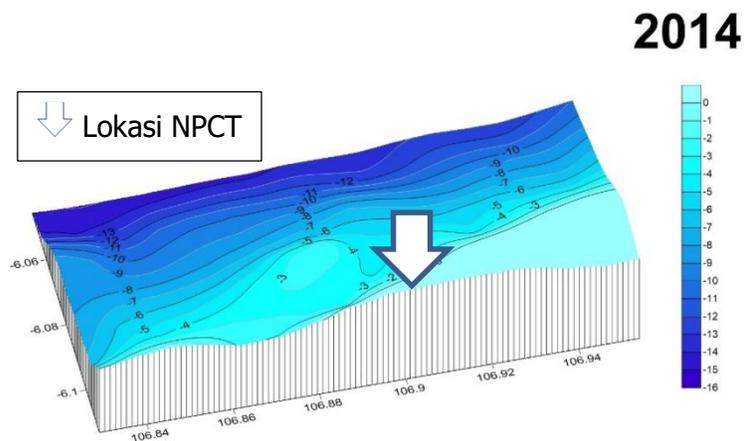
New Priok Container Terminal One (NPCT 1) dibangun pada tahun 2013 selesai pada tahun 2016 (Padliansyah dkk. 2019). Menurut Rafiuddin dkk., (2018) data General Bathymetric Chart of the Ocean (Gebco) adalah kumpulan informasi tentang kedalaman laut di seluruh dunia. Gebco adalah sebuah organisasi internasional yang bertanggung jawab untuk mengumpulkan data batimetri global dan data batimetri dari Gebco dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti navigasi, penelitian kelautan About Gebco (2023). Data Gebco memberikan informasi tentang topografi dasar laut. Pada penelitian ini data Gebco yang digunakan adalah tahun 2008, 2014, 2019 s.d. 2023 di Teluk Jakarta.

Data Gebco sebelum pembangunan NPCT 1 diperoleh dari data historis tahun 2008 dengan resolusi satu menit, data pada saat proses pembangunan pada tahun 2014 dengan resolusi 30 detik, data batimetri sesudah pembangunan pada tahun 2019 s.d. 2023 dengan resolusi 15 detik. Data Gebco pada tahun 2008 dan 2014 ini hanya digunakan untuk melihat keadaan topografi dasar laut secara umum. Untuk menganalisis perubahan topografi dasar laut dari waktu ke waktu digunakan data Gebco tahun 2019 s.d. 2023 yang memiliki resolusi yang sama. Model 3D Topografi dasar laut Teluk Jakarta tahun 2008 dapat dilihat pada Gambar 11.



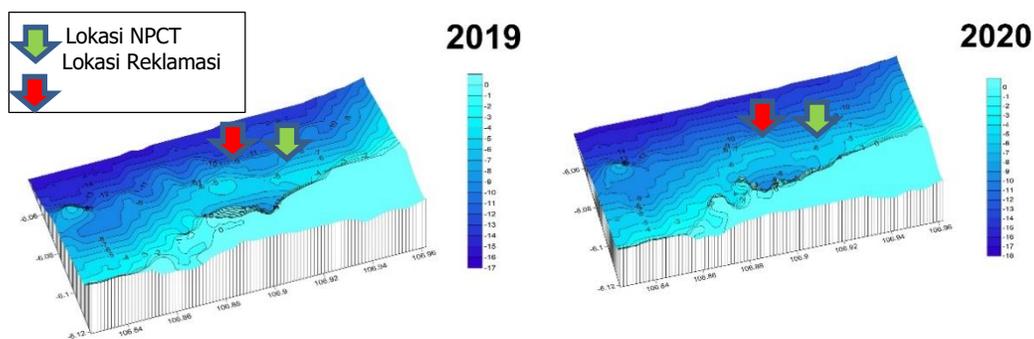
Gambar 11. Model 3D Topografi Dasar Laut Teluk Jakarta tahun 2008

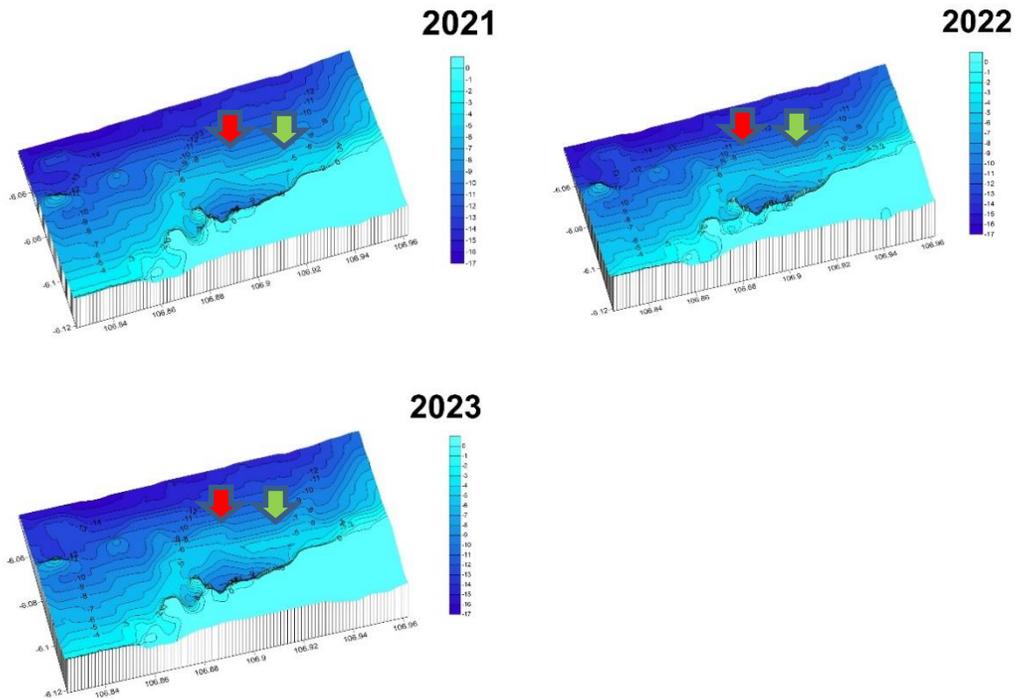
Model 3D data batimetri historis tahun 2008 dari data global Gebco dengan resolusi satu menit, dikonversi ke satuan jarak menjadi 1,8 km. Dengan rendahnya resolusi yang diberikan oleh data Gebco tahun 2008 maka sangat dimungkinkan terjadinya generalisasi informasi untuk model kedalaman dan daratan yang dihasilkan. Dari Gambar 11. terlihat kedalaman maksimum pada data ini 1,5 meter dan daratan lebih mendominasi. Dari keadaan topografi pada tahun 2008 ditunjukkan bahwa pada area garis pantai dengan elevasi kontur nol hingga kedalaman 0,5 meter sampai dengan satu meter tidak terlihat penumpukan sedimen yang begitu signifikan. Model ini merupakan keadaan topografi dasar laut di mana belum dilakukannya pembangunan NPCT 1. Namun, dengan berbedanya resolusi dengan tahun-tahun sesudahnya data ini tidak dapat dibandingkan untuk melihat perubahan topografi dasar lautnya. Model 3D Topografi dasar laut Teluk Jakarta tahun 2014 dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Model 3D Topografi Dasar Laut Teluk Jakarta tahun 2014

Dimensi Terminal NPCT 1 dengan panjang 910 meter dari arah selatan ke utara dan lebar 400 meter dari barat ke timur, pada area reklamasi dengan panjang 2,6 km dari barat ke timur dan lebar 760 meter dari selatan ke utara berdasarkan pengukuran dari citra Google Earth Pro. Model topografi dasar laut 3D Teluk Jakarta tahun 2014 dari data Gebco memiliki resolusi 30 detik dan dikonversi ke satuan jarak menjadi 916 meter. Dilihat dari resolusi data Gebco maka NPCT 1 memiliki dimensi sekitar satu grid dan panjang area reklamasi sekitar tiga grid dan lebarnya tidak melebihi lebar satu grid. Kedalaman maksimum pada data ini 16 meter, pada tahun 2014 daratannya tidak selebar data tahun 2008, pada koordinat 106.88 BT -6.08 LU, 106.9 BT dan -6.08 LU terlihat pola penumpukan sedimen, keadaan sedimen dasar laut terlihat kenaikannya per satu meter hingga daratan, pada tahun 2014 ini pembangunan NPCT 1 sudah dimulai dengan kegiatan reklamasi pulau. Model topografi dasar laut dari data Gebco tahun 2014 ini pun tidak dapat dibandingkan dengan data dari tahun sebelum atau sesudahnya dikarenakan berbedanya resolusi yang dimiliki. Model 3D Topografi dasar laut Teluk Jakarta tahun 2019-2023 dapat dilihat pada Gambar 13.





Gambar 13. Model 3D Topografi Dasar Laut Teluk Jakarta tahun 2019-2023

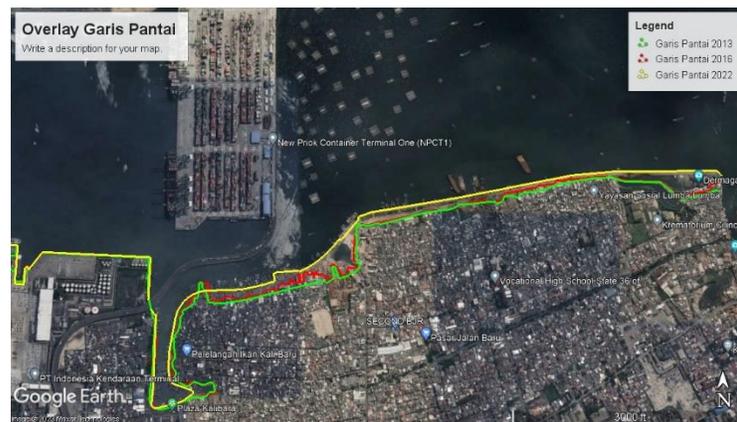
Berdasarkan model topografi dasar laut 3D Teluk Jakarta dari tahun 2019 s.d. 2023 terlihat ada beberapa struktur yang sama, yaitu adanya sill/gundukan di antara 106,82 s.d. 106,84 BT dan -6,06 s.d. -6,07 LS, adanya kolam di antara 106,88 s.d. 106,92 BT dan -6,08 s.d. -6,10 LS, bagian daratan yang ditandai dengan kontur bernilai nol mulai memiliki bentuk yang stabil mulai tahun 2021. Struktur kolam yang terlihat pada model topografi dasar laut ini terletak di sekitar NPCT 1 dan area reklamasi. Sejalan dengan informasi dari Abdurrahman & Tribhuwana (2023) mengenai pemeliharaan area pelabuhan Tanjung Priok yang dilakukan pemeliharaan kedalaman pelabuhan dengan kegiatan pengerukan untuk menjamin keselamatan pelayaran dari bahaya kedangkalan.

Data batimetri dari waktu ke waktu merupakan suatu metode untuk mempelajari perubahan kedalaman perairan dari waktu ke waktu. Metode ini dapat digunakan untuk mempelajari perubahan aliran air, sedimentasi dan perubahan topografi dasar laut, data Batimetri dari waktu ke waktu merupakan suatu metode untuk mempelajari perubahan kedalaman perairan dari waktu ke waktu. Metode ini dapat digunakan untuk mempelajari perubahan aliran air, sedimentasi dan perubahan topografi dasar laut. (Yanuar dkk. 2022).

Menurut Abdurrahman & Tribhuwana (2023) Permasalahan utama yang terjadi pada kolam pelabuhan Kalibaru Tanjung Priok adalah adanya kapal-kapal besar yang akan sandar dengan kedalaman draf lebih dari 14 meter. sehingga, perlu adanya pengerukan untuk menunjang kapal-kapal tersebut agar dapat masuk ke area pelabuhan dengan aman.

3.3 ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI SEBELUM DAN SESUDAH PEMBANGUNAN NPCT 1

Data yang digunakan untuk mengetahui perubahan garis pantai NPCT 1 ini yaitu didapat dari citra Google Earth Pro 2022 kemudian didigitasi perubahan garis pantainya dari tahun 2013, 2016, 2022 berdasarkan referensi dari Roziqin & Gustin, (2017). Digitasi pada tahun 2013 merupakan sebelum pembangunan NPCT 1 kemudian digitasi pada tahun 2016 itu merupakan mulai beroperasi kegiatan pada Terminal NPCT 1 digitasi pada tahun 2022 merupakan sesudah pembangunan NPCT 1 hasil dari digitasi garis pantai sebelum dan sesudah merupakan data vektor kemudian dilakukan overlay, perubahan garis pantai tersebut dapat dilihat pada Gambar 14.



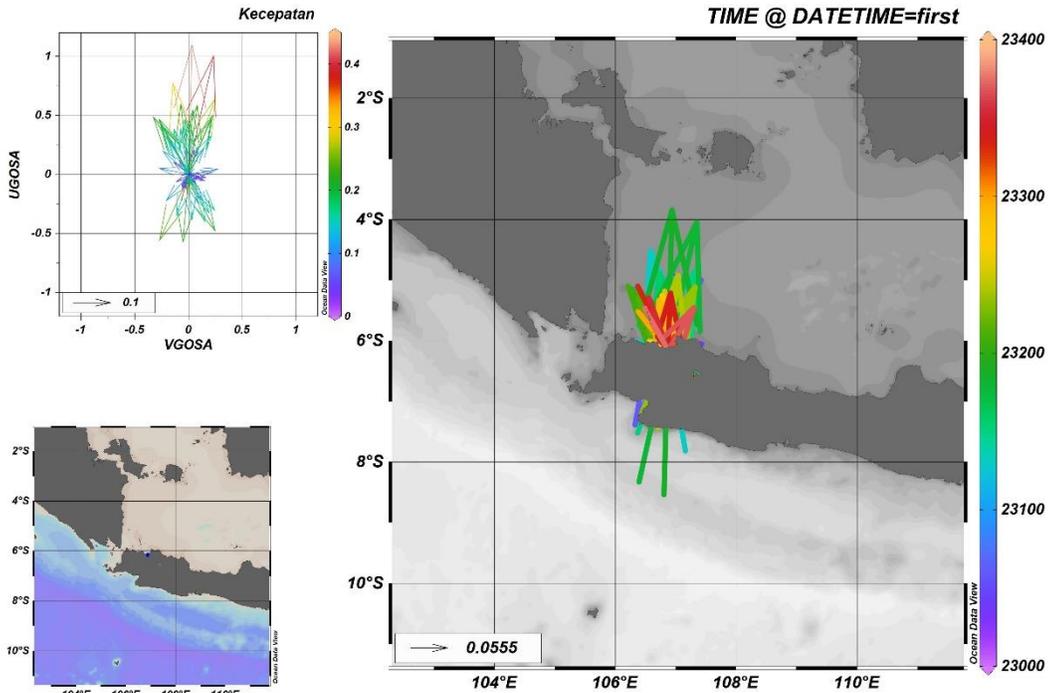
Gambar 14. Perubahan Garis Pantai Teluk Jakarta Tahun 2013, 2016, 2022

Digitasi garis pantai sebelum dan sesudah pembangunan dilakukan pada titik yang sama sepanjang 21.4 km, hasil digitasi perubahan garis pantai pada tahun 2013 berwarna hijau sebelum pembangunan NPCT 1 tidak terlalu berubah, hasil digitasi pada tahun 2016 berwarna merah merupakan mulai beroperasi nya Terminal NPCT 1 penumpukan sedimen yang terjadi dikarenakan perubahan garis pantai ini tidak begitu terlihat signifikan melainkan terjadinya akresi menurut Istiqomah dkk. (2016) Akresi adalah perubahan garis pantai menuju laut lepas karena adanya proses sedimentasi dari daratan atau sungai menuju arah laut, proses sedimentasi didaratan disebabkan oleh pembukaan areal lahan. Menurut Setiyowati (2016) Abrasi adalah proses pengikisan ke arah garis pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus yang bersifat merusak. Pada lokasi penelitian terjadinya perubahan garis pantai yaitu pembangunan infrastruktur di wilayah pesisir area NPCT 1 membuat daratan menjadi bertambah, sedangkan pada tahun 2022 yang berwarna kuning terdapat perubahan garis pantai yang besar dikarenakan adanya aktivitas pembangunan infrastruktur dan pemukiman. Berdasarkan hasil analisis perubahan garis pantai pada area NPCT 1 perubahan garis pantai yang terjadi dikarenakan adanya pembangunan infrastruktur tanggul pada bibir pantai dan pemukiman.

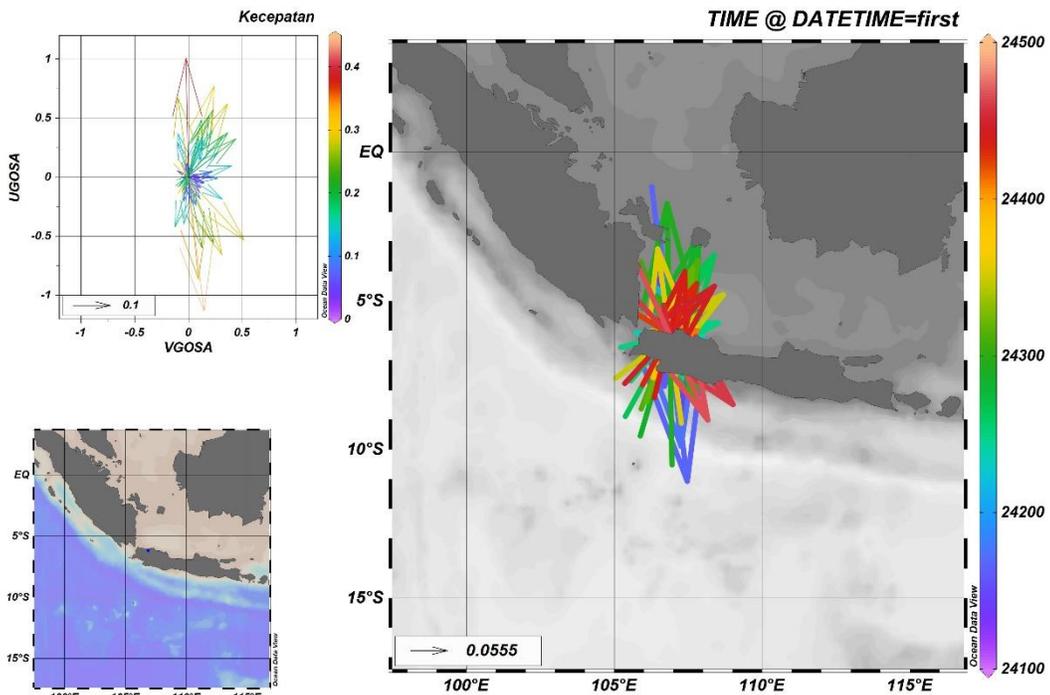
3.4 PERUBAHAN POLA ARUS SEBELUM DAN SESUDAH PEMBANGUNAN NPCT 1

Data arus yang digunakan untuk mengetahui perubahan pola arus sebelum dan sesudah pembangunan NPCT 1 yaitu pada tahun 2013, 2016 dan 2020. Menurut International Altimetry Team (2021) metadata arus merujuk pada data yang menggambarkan karakteristik arus laut, seperti kecepatan, arah, dan variabilitasnya. Data ini penting dalam pemodelan dan pemahaman

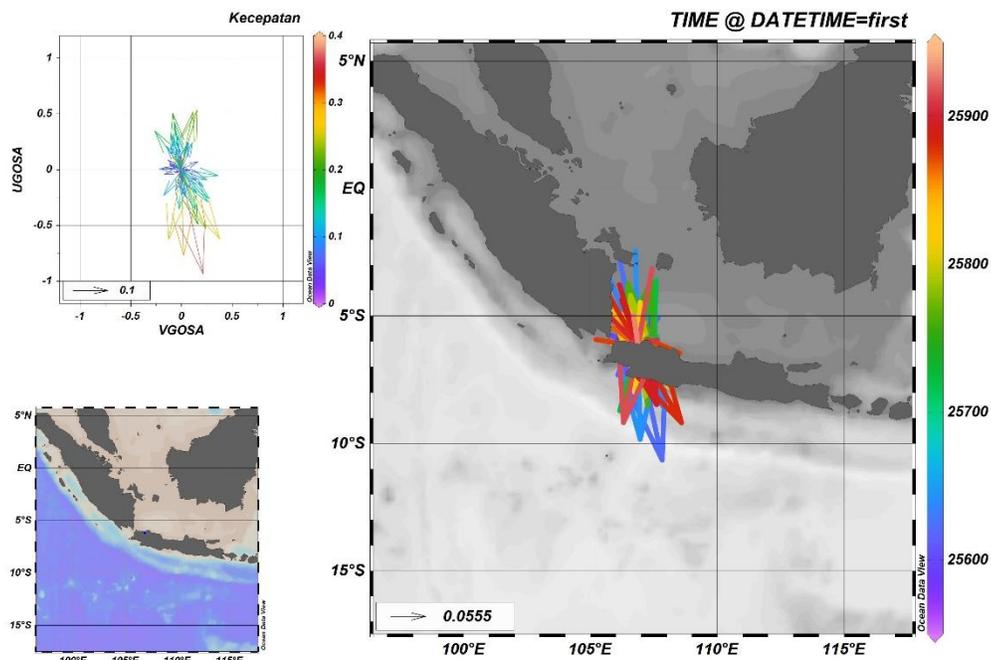
arus laut, serta dalam aplikasi seperti navigasi, penelitian kelautan dan manajemen sumber daya laut. Aviso Altimetri dapat memberikan informasi metadata arus dengan mengukur perubahan ketinggian permukaan laut yang disebabkan oleh arus laut, berikut merupakan model arus pada tahun 2013, 2016 dan 2020 dapat dilihat pada Gambar 15., 16., dan 17. kemudian perbedaan data kecepatan arus sebelum dan sesudah reklamasi bisa dilihat pada Tabel 3.



Gambar 15. Model Arus Tahun 2013



Gambar 16. Model Arus Tahun 2016



Gambar 17. Model Arus tahun 2020

Tabel 3. Perbandingan Kecepatan Arus

Tanggal	Bujur (°)	Lintang (°)	U m/detik	V m/detik	Kecepatan		Rata-Rata
					Tertinggi	Terendah	
24-06-2013	106,875	-6,125	0,4287	0,012	0,43	0,03	0,15
29-02-2016	106,875	-6,125	-	0,0534	0,45	0,02	0,14
24-02-2020	106,875	-6,125	-0,366	0,0779	0,37	0,01	0,11

Berdasarkan Gambar 4.13, 4.14 dan 4.15 gerakan arus yang terjadi untuk tahun 2013, 2016, 2020 memiliki pola dalam arah utara-selatan. Di tahun 2016 saat pembangunan NPCT masih berlangsung pola arus utara-selatan, namun lebih ke banyak di sisi sebelah timur. Di tahun 2020 setelah pembangunan NPCT pola arus agak berputar ke arah barat laut-tenggara. Kekuatan arus di tiga tahun analisis relatif sama, berada di sekitar 0,4 m/detik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis sedimentasi sebelum dan sesudah pembangunan NPCT 1 kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut:

1. Penumpukan sedimen di dinding terminal, reklamasi dan *breakwater* pada tahun 2022 terjadi dalam arah utara-selatan sejalan dengan pola arus.
2. Data batimetri historis dari Gebco yang memiliki resolusi global tidak dapat memberikan informasi arah penumpukan sedimen di dinding terminal, reklamasi dan *breakwater*. Informasi yang dapat diberikan adalah keberadaan kolam di sekitar lokasi reklamasi dan NPCT 1.
3. Penumpukan sedimen yang terjadi dikarenakan perubahan garis pantai ini tidak begitu terlihat signifikan terdapat adanya perubahan garis pantai yaitu pembangunan infrastruktur di wilayah pesisir NPCT 1 membuat daratan menjadi bertambah.
4. Kekuatan arus maksimum baik di tahun sebelum dan sesudah pembangunan NPCT 1 relatif sama, berada di sekitar 0,4 m/detik dengan pola arus berdasarkan *current rose* tahunan mengarah ke utara-selatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Melalui jurnal ini penulis mengucapkan terimakasih kepada CV Pondok Surveyor atas pemberian izin penggunaan data penelitian ini serta ucapan terimakasih banyak kepada Ibu Ni Made Rai Ratih Cahya Perbani, Ir., M.Si. atas bimbingan dan masukannya sehingga penelitian ini menjadi lebih baik, kedua orang tua, keluarga serta rekan-rekan terdekat penulis.

DAFTAR RUJUKAN

- Farid Abdurrahman, A. T. (2023). *PELABUHAN KALIBARU TANJUNG PRIOK MENGGUNAKAN SINGLE*. 03, 23–32.
- Hari Prayogi, Sugeng Widada, H. (2016). *PENGARUH ARUS TERHADAP LAJU SEDIMENTASI DI SEKITAR SABUK PERMEABELDI TIMBUL SLOKO, KABUPATEN DEMAK*. 5, 1–23.
- Intergovernmental Oceanographic Commission, I., & International Hydrographic Organization, I. (2003). The GEBCO Digital Atlas. *British Oceanographic Data Centre, April*.
- Istiqomah, F., Sasmito, B., & Amarrohman, F. J. (2016). Pemantauan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Aplikasi Digital Shoreline Anaysis System (Dsas) Studi Kasus: Pesisir Kabupaten Demak. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 78–89.
- Nugraha, Y. dkk. (2012). *STUDI APLIKASI MULTIBEAM ECHOSOUNDER DAN SIDE SCAN SONAR UNTUK MENDETEKSI FREE SPAN PADA SALURAN PIPA BAWAH LAUT I Made Dwiva Satya Nugraha, Yuwono*. 65–69.
- P, R. Y. H., Manik, H. M., & Wahyudi, A. (2022). Studi Pengaruh Noise Level Vessel Terhadap Kontrol Kualitas Data Multibeam Echosounder (Studi Kasus Sounding Vessel KRI Spica – 934 di Perairan Kolam Dermaga Pondok Dayung Baru Jakarta Utara). *Jurnal Chart Datum*, 5(1), 31–44. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v5i1.145>
- Padliansyah, P., Widodo, S. K., & Susilowati, E. (2019). Terminal Kalibaru sebagai Solusi Mengatasi Kemacetan Bongkar Muat Peti Kemas di Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta, 2011-2016. *Indonesian Historical Studies*, 3(1), 74. <https://doi.org/10.14710/ihis.v3i1.5094>
- Rafiuddin, M., Adytia, D., & Tarwidi, D. (2018). *Simulasi Gelombang Laut di Daerah Selatan Jawa dengan Model SWAN*. 5(2), 3760–3766.

- Roziqin, A., & Gustin, O. (2017). Pemetaan Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Penginderaan Jauh di Pulau Batam. *Proceedings of the Industrial Research Workshop and National Seminar*, 295–299. <http://jurnal.polban.ac.id/index.php/proceeding/article/view/738/591>
- Safi'i, A. N., Syetiawan, A., Kusuma, H. A., Lumban Gaol, Y. A., Rudiastuti, A. W., & Oktaviani, N. (2019). Optimalisasi Data Satelit Altimetri Untuk Menghitung Konstanta Harmonik Pasang Surut. *Seminar Nasional Geomatika*, 3(February), 777. <https://doi.org/10.24895/sng.2018.3-0.960>
- Saraswati, L. J. (2018). Analisis Dampak Reklamasi PT.Petrokimia Terhadap Pola Arus dan Sedimentasi. *Teknik Kelautan*, 100.
- Setiyowati, S. (2016). *Studi perubahan garis pantai Pulau Untung Jawa Kepulauan Seribu DKI Jakarta*.
- Tamba A. Y. Sasmito B. (2016). ANALISIS SEA LEVEL RISE DAN PENENTUAN KOMPONEN PASUT DENGAN MENGGUNAKAN DATA SATELIT ALTIMETRI JASON-2 TAHUN 2011-2014 (Studi Kasus : Perairan Sumatera Bagian Timur). *Jurnal Geodesi Undip*, 5(2), 76–86.
- Team, I. A. (2021). Altimetry for the future: Building on 25 years of progress. *Advances in Space Research*, 68(2), 319–363. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.01.022>